

ADIPATO DE DIOCTILO CON CONTENIDO RECICLADO

ANTECEDENTES

[0001] El adipato de dioctilo (DOA) es un líquido aceitoso de color claro que se utiliza a menudo como plastificante para PVC. Puede usarse solo o mezclado con otros plastificantes, como el ftalato de dioctilo (DOP) o tereftalato de dioctilo (DOTP). En PVC, el DOA proporciona flexibilidad a bajas temperaturas, buenas propiedades eléctricas, buena resistencia a la intemperie y buena estabilidad al calor. El DOA se utiliza comúnmente para producir películas transparentes para aplicaciones de envasado de alimentos. Además del PVC, el DOA es compatible con nitrocelulosa, etilcelulosa, la mayoría de los cauchos sintéticos y butiratos de acetato de celulosa con alto contenido de butirilo.

[0002] La demanda de productos químicos reciclados sigue creciendo, pero no hay un camino claro hacia el DOA reciclado mediante el reciclaje mecánico. Por tanto, existe la necesidad de un proceso comercial para producir DOA reciclado.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0003] En un aspecto, la presente tecnología se refiere a un proceso para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado, donde el proceso comprende los siguientes pasos: (a) hacer reaccionar un propileno con un gas de síntesis para proporcionar así un n-butiraldehído; (b) convertir al menos una porción del n-butiraldehído en un 2-etilhexanol; (c) hacer reaccionar al menos una porción del 2-etilhexanol con un ácido adípico para proporcionar así un DOA; y (d) aplicar contenido reciclado a al menos una porción del DOA para proporcionar así un DOA con contenido reciclado (en adelante referido como r-DOA). La aplicación del paso (d) incluye (i) atribuir contenido reciclado de al menos un material de origen que tiene contenido reciclado físico a al menos un material objetivo a través de créditos de contenido reciclado, (ii) realizar la trazabilidad del contenido reciclado a lo

largo de al menos una ruta química desde al menos un material objetivo hasta el DOA, y (iii) asignar contenido reciclado al DOA basándose al menos en parte en la trazabilidad del contenido reciclado a lo largo de la ruta química.

5 **[0004]** En un aspecto, la presente tecnología se refiere a un proceso para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado, donde el proceso comprende los siguientes pasos: (a) producir un primer gas de síntesis que tiene contenido reciclado físico a partir de un plástico de desecho usado para fabricar el primer gas de síntesis; (b) producir un segundo gas de
10 síntesis que no tenga contenido reciclado físico o que tenga menos contenido reciclado físico que el primer gas de síntesis; (c) atribuir créditos de contenido reciclado del plástico de desecho y/o del primer gas de síntesis al segundo gas de síntesis; (d) alimentar al menos una porción del segundo gas de síntesis a una instalación de producción de DOA; y (e) producir adipato de
15 dioctilo con contenido reciclado (r-DOA) en las instalaciones de producción de DOA.

[0005] En un aspecto, la presente tecnología se refiere a un proceso para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado, donde el proceso comprende los siguientes pasos: (a) realizar reformado de carbono a
20 una primera alimentación que contiene carbono que comprende plástico de desecho para producir de ese modo un primer gas de síntesis que tiene contenido reciclado físico proveniente del plástico de desecho; (b) contabilizar créditos de contenido reciclado atribuibles al primer gas de síntesis en un inventario digital; (c) gasificar una segunda alimentación que contiene
25 carbono que comprende un hidrocarburo sólido, un hidrocarburo líquido y/o un hidrocarburo gaseoso para producir de ese modo un segundo gas de síntesis que no tiene contenido reciclado físico atribuible al plástico de desecho; (d) asignar créditos de contenido reciclado del inventario digital al segundo gas de síntesis; (e) hacer reaccionar al menos una porción del
30 segundo gas de síntesis y propileno para formar n-butiraldehído; (f) convertir al menos una porción del n-butiraldehído en 2-etilhexanol; y (g) hacer

reaccionar al menos una porción del 2-etilhexanol con ácido adípico para producir de ese modo adipato de dioctilo con contenido reciclado (r-DOA).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 **[0006]** La FIG. 1 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para producir adipato de dioctilo con contenido reciclado (r-DOA), donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado;
- 10 **[0007]** La FIG. 2 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado y contenido reciclado físico proveniente de propileno con contenido reciclado;
- 15 **[0008]** La FIG. 3 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado y contenido reciclado físico proveniente de ácido adípico con contenido reciclado;
- 20 **[0009]** La FIG. 4 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado y contenido reciclado físico proveniente de propileno con contenido reciclado y ácido adípico con contenido reciclado;
- 25 **[0010]** La FIG. 5 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA que puede tener 100 por ciento de contenido reciclado total, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado, propileno con contenido reciclado y ácido adípico con contenido reciclado;
- 30 **[0011]** La FIG. 6 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA que puede tener

100 por ciento de contenido reciclado total, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado y ácido adípico con contenido reciclado, y contenido reciclado físico proveniente de propileno con contenido reciclado;

5 **[0012]** La FIG. 7 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA que puede tener 100 por ciento de contenido reciclado total, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos proveniente de gas de síntesis con contenido reciclado y propileno con contenido reciclado, y contenido reciclado físico a
10 partir de ácido adípico con contenido reciclado; y

[0013] La FIG. 8 es un diagrama de flujo de bloques que ilustra los pasos principales de un proceso e instalación para fabricar r-DOA que puede tener un 100 por ciento de contenido reciclado total, donde el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos y/o contenido reciclado físico proveniente de gas
15 de síntesis, propileno y ácido adípico con contenido reciclado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0014] Hemos descubierto nuevos métodos y sistemas para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado. Más
20 específicamente, hemos descubierto un proceso y un sistema para producir DOA donde el contenido reciclado proveniente de materiales de desecho, como el plástico de desecho, se aplica al DOA de una manera que promueve el reciclaje de plástico de desecho y proporciona al DOA hasta un 100 por ciento de contenido reciclado.

25 **[0015]** La FIG. 1 representa un proceso y un sistema para producir adipato de dioctilo con contenido reciclado (r-DOA) de acuerdo con una realización de la presente tecnología. Como se muestra en la FIG. 1, un material de desecho, tal como plástico de desecho, puede someterse a reformado de carbono para producir un gas de síntesis con contenido reciclado que tiene
30 contenido reciclado físico. En una realización, la alimentación para el reformado de carbono puede comprender tanto un componente de

alimentación con contenido reciclado (por ejemplo, plástico de desecho) como un componente de alimentación con contenido no reciclado (por ejemplo, carbón, un hidrocarburo líquido y/o un hidrocarburo gaseoso). En una realización, el reformado de carbono es una gasificación por oxidación parcial que se alimenta con carbón y plástico de desecho. En otra realización, el reformado de carbono es la gasificación por plasma de una alimentación predominantemente de plástico de desecho. En otra realización más, el reformado de carbono es una gasificación por oxidación parcial alimentada con un hidrocarburo líquido o gaseoso con contenido no reciclado y un aceite de pirólisis con contenido reciclado producido a partir de la pirólisis de plástico de desecho.

[0016] Como se describe con más detalle a continuación, aunque el plástico de desecho y el gas de síntesis con contenido reciclado no se usan físicamente para fabricar el r-DOA, el contenido reciclado del gas de síntesis con contenido reciclado, del plástico de desecho o tanto del gas de síntesis con contenido reciclado como del plástico de desecho, se puede aplicar en última instancia al DOA para proporcionar así r-DOA.

[0017] En la realización de la FIG. 1, el DOA se elabora en un proceso/instalación de producción de DOA mediante un proceso de varios pasos que incluye (a) hidroformilación de gas de síntesis y propileno para producir n-butiraldehído, (b) condensación aldólica y reducción de aldehído del n-butiraldehído para producir 2-etilhexanol, y (c) esterificación del 2-etilhexanol y un ácido adípico para producir el DOA.

[0018] En el proceso y sistema representados en la FIG. 1, el gas de síntesis con contenido reciclado producido por el reformado de carbono de plástico de desecho no se alimenta directamente a la hidroformilación. En vez, los créditos de contenido reciclado del gas de síntesis con contenido reciclado producto del reformado de carbono se atribuyen al gas de síntesis alimentado a la hidroformilación. Como tal, el gas de síntesis con contenido reciclado procedente del reformado de carbono actúa como un "material de origen" de los créditos de contenido reciclado y el gas de síntesis alimentado

a la hidroformilación actúa como un "material objetivo" al que se atribuyen los créditos de contenido reciclado.

[0019] En una o más realizaciones, el material de origen tiene contenido reciclado físico y el material objetivo tiene menos del 100 por ciento de contenido reciclado físico. Por ejemplo, el material de origen puede tener al menos 10, 25, 50, 75, 90, 99 o 100 por ciento de contenido reciclado físico y/o el material de destino puede tener menos de 100, 99, 90, 75, 50, 25, 10 o 1 por ciento de contenido reciclado físico.

[0020] La capacidad de atribuir créditos de contenido reciclado de un material de origen a un material objetivo elimina el requisito de estar ubicada conjuntamente la instalación que produce el material de origen (con contenido reciclado físico) y la instalación que elabora el DOA. Esto permite que una instalación/sitio de reciclaje químico en una ubicación procese material de desecho en uno o más materiales de origen con contenido reciclado y luego aplique créditos de contenido reciclado de esos materiales de origen a uno o más materiales objetivo que se procesan en instalaciones comerciales existentes ubicadas remotamente de la instalación/sitio de reciclaje químico. Además, el uso de créditos de contenido reciclado permite que diferentes entidades produzcan el material de origen y el r-DOA. Esto permite el uso eficiente de los activos comerciales existentes para producir r-DOA. En una o más realizaciones, el material de origen se produce en una instalación/sitio que está al menos a 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas de la instalación/sitio donde se utiliza el material objetivo para hacer DOA.

[0021] La atribución de créditos de contenido reciclado del material de origen (p. ej., el gas de síntesis con contenido reciclado producto del reformado de carbono) al material objetivo (p. ej., el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación) se puede lograr transfiriendo créditos de contenido reciclado directamente desde el material de origen al material objetivo. Alternativamente, como se muestra en la FIG. 1, los créditos por contenido reciclado se pueden aplicar provenientes del plástico de desecho,

el gas de síntesis con contenido reciclado, o tanto del plástico de desecho como el gas de síntesis con contenido reciclado al DOA a través de un inventario de contenido reciclado. El inventario de contenido reciclado puede ser un inventario digital o una base de datos utilizada para contabilizar y realizar la trazabilidad del contenido reciclado de diversos materiales en varios sitios durante varios períodos de tiempo.

[0022] Cuando se utiliza un inventario de contenido reciclado, los créditos de contenido reciclado del material de origen que tiene contenido reciclado físico (por ejemplo, el plástico de desecho y/o el gas de síntesis con contenido reciclado en la FIG. 1) se contabilizan en el inventario de contenido reciclado. El inventario de contenido reciclado también puede contener contenido reciclado de otros orígenes y de otros períodos de tiempo. En una realización, los créditos de contenido reciclado en el inventario de contenido reciclado solo pueden asignarse a materiales objetivo que tengan la misma o similar composición que los materiales de origen. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 1, los créditos de contenido reciclado contabilizados en el inventario de contenido reciclado provenientes del gas de síntesis con contenido reciclado procedente del reformado de carbono se pueden asignar al gas de síntesis alimentado a la hidroformilación porque los dos gases de síntesis tienen composiciones iguales o similares. Sin embargo, los créditos de contenido reciclado del gas de síntesis con contenido reciclado no se podrían asignar al propileno alimentado a la hidroformilación o al ácido adípico alimentado para la esterificación porque los materiales de origen y objetivo no serían iguales o similares.

[0023] Una vez que los créditos de contenido reciclado se han atribuido al material objetivo (por ejemplo, el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación en la FIG. 1), la cantidad de contenido reciclado basado en créditos asignado al DOA proveniente del gas de síntesis se calcula realizando la trazabilidad del contenido reciclado a lo largo de la ruta química desde el material objetivo (por ejemplo, el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación en la FIG. 1) hasta el DOA. La ruta química incluye todas las

reacciones químicas y otros pasos de procesamiento (por ejemplo, separaciones) entre el material objetivo y el DOA.

[0024] En una o más realizaciones, se puede asociar un factor de conversión con cada paso a lo largo de la ruta química. Los factores de conversión representan la cantidad de contenido reciclado desviado o perdido en cada paso a lo largo de la ruta química. Por ejemplo, los factores de conversión pueden explicar la conversión, el rendimiento y/o la selectividad de las reacciones químicas a lo largo de la ruta química.

[0025] La cantidad de contenido reciclado aplicado al r-DOA se puede determinar usando uno de una variedad de métodos para cuantificar, realizar la trazabilidad y asignar contenido reciclado entre diversos materiales en diversos procesos. Un método adecuado, conocido como “balance de masa”, cuantifica, realiza la trazabilidad y asigna el contenido reciclado en función de la masa del contenido reciclado a la que se le ha realizado la trazabilidad a lo largo del proceso. En ciertas realizaciones, el método de cuantificación, trazabilidad y asignación de contenido reciclado es supervisado por una entidad de certificación que confirma la exactitud del método y proporciona certificación para la aplicación de contenido reciclado al r-DOA.

[0026] En una o más realizaciones, el contenido reciclado del r-DOA producido puede incluir contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos. Tal como se utiliza en este documento, el término "contenido reciclado total" se refiere a la cantidad acumulada de contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos de todas las fuentes.

[0027] En la realización representada en la FIG. 1, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total de 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos y (ii) el propileno y el ácido adípico alimentados a la hidroformilación y esterificación, respectivamente, no tienen contenido reciclado. Si ninguno entre el gas de síntesis, el propileno y el ácido adípico tiene ningún contenido reciclado físico, entonces todo el contenido reciclado del r-DOA es contenido reciclado

basado en créditos. Como se analiza a continuación con referencia a las FIGS. 2-8, la cantidad de contenido reciclado aplicado al DOA producido puede variar dependiendo del contenido reciclado físico y/o del contenido reciclado basado en créditos del gas de síntesis, el propileno y el ácido adípico alimentados al proceso de producción de DOA.

[0028] La FIG. 2 ilustra un proceso y sistema de producción de r-DOA en el que el contenido reciclado basado en créditos se suministra a través del gas de síntesis alimentado a la hidroformilación y el contenido reciclado físico se suministra a través del propileno con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación.

[0029] Como se representa en la FIG. 2, el propileno con contenido reciclado se puede producir mediante pirólisis de plástico de desecho para producir un efluente de pirólisis que comprende, por ejemplo, propileno con contenido reciclado, aceite y gas de pirólisis con contenido reciclado y/o componentes más pesados (por ejemplo, carbones, alquitranes y ceras). En algunos casos, el propileno con contenido reciclado puede salir del paso de pirólisis como componente del gas de pirólisis con contenido reciclado. En otros casos, el propileno con contenido reciclado puede ser separado del gas de pirólisis con contenido reciclado como parte de la etapa de pirólisis, y el propileno con contenido reciclado separado puede luego alimentarse directamente desde pirólisis a la hidroformilación. En una o más realizaciones, el aceite de pirólisis con contenido reciclado se puede co-alimentar con hidrocarburos líquidos o gaseosos sin contenido reciclado a una etapa de craqueo para producir de ese modo un efluente craqueado que comprende propileno con contenido reciclado. En una o más realizaciones, el gas de pirólisis con contenido reciclado se puede alimentar a una sección de separación de la instalación de craqueo aguas abajo del horno de craqueo para la separación/recuperación del propileno con contenido reciclado. El propileno con contenido reciclado recuperado de la instalación de craqueo puede luego alimentarse a la hidroformilación. En la realización representada en la FIG. 2, las instalaciones de pirólisis y craqueo están ubicadas

conjuntamente con la instalación de producción de DOA, mientras que las instalaciones de reformado de carbono están ubicadas remotamente de las instalaciones de producción de DOA.

[0030] En una o más realizaciones, el r-DOA tiene ambos contenido reciclado basado en créditos (por ejemplo, del gas de síntesis con contenido reciclado de la FIG. 2) y contenido reciclado físico (por ejemplo, del propileno contenido reciclado de la FIG. 2). Por ejemplo, el r-DOA puede tener al menos 10, 20, 30, 40, 50 por ciento de contenido reciclado físico y al menos 10, 20, 30, 40 o 50 por ciento de contenido reciclado basado en créditos.

[0031] Como se estableció anteriormente, la cantidad de contenido reciclado basado en créditos asignado del material objetivo (por ejemplo, gas de síntesis en la FIG. 2) al r-DOA se determina realizando la trazabilidad del contenido reciclado basado en créditos a lo largo de la ruta química desde el material objetivo hasta el DOA. De manera similar, la cantidad de contenido reciclado físico asignado del material de alimentación que tiene contenido reciclado físico (por ejemplo, propileno con contenido reciclado en la Figura 2) hasta el r-DOA se puede determinar realizando la trazabilidad del contenido reciclado físico a lo largo de la ruta química desde el material de alimentación hasta el DOA. La ruta química incluye todas las reacciones químicas y otros pasos de procesamiento (por ejemplo, separaciones) entre el material de alimentación que tiene contenido reciclado físico y el DOA. En una o más realizaciones, se puede asociar un factor de conversión con cada paso a lo largo de la ruta química del contenido reciclado físico. Los factores de conversión representan la cantidad de contenido reciclado físico desviado o perdido en cada paso a lo largo de la ruta química. Por ejemplo, los factores de conversión pueden representar la conversión, el rendimiento y/o la selectividad de las reacciones químicas a lo largo de la ruta química.

[0032] En la realización representada en la FIG. 2, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total de 30 a 95, 55 a 85 o 65 a 75 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos, (ii) el

propileno alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico, y (iii) el ácido adípico alimentado a la esterificación no tiene contenido reciclado. En tal escenario, el r-DOA puede tener ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos, incluido, por ejemplo, (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado y (ii) del 10 al 80, del 25 al 65 o del 40 al 55 por ciento de contenido reciclado físico proveniente del propileno con contenido reciclado.

[0033] La FIG. 3 ilustra un proceso y sistema de producción de r-DOA en el que el contenido reciclado basado en créditos se suministra a través del gas de síntesis alimentado a la hidroformilación y el contenido reciclado físico se suministra a través del ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación.

[0034] Como se representa en la FIG. 3, el ácido adípico con contenido reciclado se puede producir mediante pirólisis de plástico de desecho para producir un efluente de pirólisis que incluye benceno con contenido reciclado. El benceno con contenido reciclado se puede separar, recuperar y alimentar a una etapa de hidrogenación. También se puede alimentar un hidrógeno con contenido reciclado a la etapa de hidrogenación. En una realización, el hidrógeno con contenido reciclado se puede producir mediante reformado de carbono (por ejemplo, gasificación por oxidación parcial) de plástico de desecho. El principal producto del paso de hidrogenación puede ser el ácido adípico con contenido reciclado. El ácido adípico con contenido reciclado recuperado de las etapas/instalaciones de pirólisis/hidrogenación puede alimentarse luego a la esterificación. En la realización representada en la FIG. 3, la instalación de pirólisis/hidrogenación está ubicada conjuntamente con la instalación de producción de DOA, mientras que la instalación de reformado de carbono está ubicada remotamente de la instalación de producción de DOA.

[0035] En la realización representada en la FIG. 3, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total de 25 a 90, 40 a 75 o 50 a 60 por

ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos, (ii) el propileno alimentado a la hidroformilación no tiene contenido reciclado, y (iii) el ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico. En tal escenario, el r-DOA puede tener ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos, incluido, por ejemplo, (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado y (ii) 10 a 60, 15 a 50 o 25 a 30 por ciento de contenido reciclado físico proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

[0036] La FIG. 4 ilustra un proceso y sistema de producción de r-DOA en el que el contenido reciclado basado en créditos se suministra a través del gas de síntesis alimentado a la hidroformilación y el contenido reciclado físico se suministra a través del propileno con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación y el ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación.

[0037] En la realización representada en la FIG. 4, la instalación de producción de propileno con contenido reciclado y la instalación de producción de ácido adípico con contenido reciclado pueden estar ubicadas conjuntamente con la instalación de producción de r-DOA, mientras que la instalación de producción de gas de síntesis con contenido reciclado puede estar ubicada remotamente de la instalación de producción de r-DOA.

[0038] En la realización representada en la FIG. 4, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total del 100 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos, (ii) el propileno con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico, y (iii) el ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico. En tal escenario, el r-DOA puede tener ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos, incluido, por ejemplo, (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a

25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado, (ii) 10 a 80, 25 a 65 o 40 a 55 por ciento de contenido reciclado físico proveniente del propileno con contenido reciclado, y (iii) 10 a 60, 15 a 50 o 25 a 30 por ciento de contenido reciclado físico proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

[0039] La FIG. 5 ilustra un proceso y sistema de producción de r-DOA en el que el contenido reciclado basado en créditos se suministra a través del gas de síntesis alimentado a la hidroformilación, el propileno alimentado a la hidroformilación, y el ácido adípico alimentado a la esterificación. En esta configuración, el gas de síntesis con contenido reciclado procedente del reformado de carbono, el propileno con contenido reciclado procedente de la pirólisis/craqueo y el ácido adípico con contenido reciclado procedente de la pirólisis/hidrogenación son todos "materiales de origen" que tienen contenido reciclado físico, mientras que el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación, el propileno alimentado a la hidroformilación, y el ácido adípico alimentado para la esterificación son todos "materiales objetivo" a los que se atribuyen créditos de contenido reciclado. Los créditos de contenido reciclado atribuidos a los materiales objetivo como el gas de síntesis, el propileno y el ácido adípico provienen de los materiales de origen con contenido reciclado como el gas de síntesis, el propileno y el ácido adípico con contenido reciclado, respectivamente.

[0040] En la realización representada en la FIG. 5, las instalaciones de producción de gas de síntesis con contenido reciclado, las instalaciones de producción de propileno con contenido reciclado y las instalaciones de producción de ácido adípico con contenido reciclado pueden estar ubicadas remotamente de las instalaciones de producción de r-DOA.

[0041] En la realización representada en la FIG. 5, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total del 100 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene un 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos, (ii) el propileno alimentado a la hidroformilación tiene un 100 por ciento de contenido reciclado basado en

créditos, y (iii) el ácido adípico alimentado a la esterificación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos. En tal escenario, el r-DOA solo tiene contenido reciclado basado en créditos, incluido, por ejemplo, (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado, (ii) 10 a 80, 25, 65 o 40 a 55 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del propileno con contenido reciclado, y (iii) 10 a 60, 15 a 50 o 25 a 30 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

[0042] En la realización representada en la FIG. 6, la instalación de producción de propileno con contenido reciclado puede estar ubicada conjuntamente con la instalación de producción de r-DOA, mientras que la instalación de producción de gas de síntesis con contenido reciclado y la instalación de producción de ácido adípico con contenido reciclado pueden estar ubicadas remotamente de la instalación de producción de r-DOA.

[0043] En la realización representada en la FIG. 6, la instalación de producción de propileno con contenido reciclado puede estar ubicada conjuntamente con la instalación de producción de r-DOA, mientras que la instalación de producción de gas de síntesis con contenido reciclado y la instalación de producción de ácido adípico con contenido reciclado pueden estar ubicadas remotamente de la instalación de producción de r-DOA.

[0044] En la realización representada en la FIG. 6, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total del 100 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos, (ii) el propileno con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico, y (iii) el ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos. En dicho escenario, el r-DOA puede tener ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos, incluido, por ejemplo, (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos

proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado, (ii) 10 a 80, 25 a 65 o 40 a 55 por ciento de contenido reciclado físico proveniente del propileno con contenido reciclado, y (iii) 10 a 60, 15 a 50 o 25 a 30 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

[0045] La FIG. 7 ilustra un proceso y sistema de producción de r-DOA en el que el contenido reciclado basado en créditos se suministra a través del gas de síntesis, y el propileno que alimenta a la hidroformilación y el contenido reciclado físico se suministra a través del ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación.

[0046] En la realización representada en la FIG. 7, la instalación de producción de ácido adípico con contenido reciclado puede estar ubicada conjuntamente con la instalación de producción de r-DOA, mientras que la instalación de producción de gas de síntesis con contenido reciclado y la instalación de producción de propileno con contenido reciclado pueden estar ubicadas remotamente de la instalación de producción de r-DOA.

[0047] En la realización representada en la FIG. 7, el r-DOA producido puede tener un contenido reciclado total del 100 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado, (ii) el propileno alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado basado en créditos, y (iii) el ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico. En tal escenario, el r-DOA puede tener ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos, incluido, por ejemplo, (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado, (ii) 10 a 80, 25 a 65 o 40 a 55 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del propileno con contenido reciclado, y (iii) 10 a 60, 15 a 50 o 25 a 30 por ciento de contenido reciclado físico proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

[0048] La FIG. 8 ilustra un proceso y sistema de producción de r-DOA en el que el contenido reciclado basado en créditos y/o el contenido reciclado físico se suministra a través del gas de síntesis/gas de síntesis con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación, el propileno/propileno con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación y el ácido adípico con contenido reciclado alimentado a la esterificación. La FIG. 8 muestra que las reacciones químicas utilizadas para producir r-DOA pueden alimentarse cada una con el mismo tipo de corriente, una con contenido reciclado físico y la otra con contenido reciclado basado en créditos. Por ejemplo, la etapa de hidroformilación puede alimentarse con gas de síntesis con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y con gas de síntesis que tiene únicamente contenido reciclado basado en créditos, la etapa de hidroformilación puede alimentarse con propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y propileno que tiene únicamente contenido reciclado basado en créditos, y la etapa de esterificación se puede alimentar con ácido adípico con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y ácido adípico que tiene solo contenido reciclado basado en créditos.

[0049] En la realización representada en la FIG. 8, una instalación de producción de gas de síntesis con contenido reciclado, una instalación de producción de propileno con contenido reciclado, y una instalación de producción de ácido adípico con contenido reciclado pueden estar ubicadas conjuntamente con la instalación de producción de r-DOA, mientras que otra instalación de producción de gas de síntesis con contenido reciclado, otra instalación de producción de propileno con contenido reciclado, y otra instalación de producción de ácido adípico con contenido reciclado pueden estar ubicadas remotamente de la instalación de producción de r-DOA.

[0050] En la realización representada en la FIG. 7, el r-DOA puede tener un contenido reciclado total del 100 por ciento si, por ejemplo, (i) el gas de síntesis y/o el gas de síntesis con contenido reciclado alimentado a la hidroformilación tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico y/o basado en créditos, (ii) el propileno y/o el propileno con contenido reciclado

alimentados a la hidroformilación tienen 100 por ciento de contenido reciclado físico y/o basado en créditos, y (iii) el ácido adípico y/o el ácido adípico con contenido reciclado alimentados a la esterificación tienen 100 por ciento de contenido reciclado físico y/o basado en créditos. En tal escenario, el r-DOA puede tener ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos, incluyendo (i) 5 a 60, 10 a 40 o 15 a 25 por ciento de contenido reciclado físico y/o basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado, (ii) 10 a 80, 25 a 65, o 40 a 55 por ciento de contenido reciclado físico y/o basado en créditos proveniente del propileno con contenido reciclado, y (iii) 10 a 60, 15 a 50, o 25 a 30 por ciento de contenido reciclado físico y/o basado en créditos proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

Descripción de Respaldo a la Reivindicación: Primera Realización

[0051] En una primera realización de la presente tecnología se proporciona un proceso para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado, donde el proceso comprende los siguientes pasos: (a) hacer reaccionar un propileno con un gas de síntesis para proporcionar así un n-butiraldehído; (b) convertir al menos una porción del n-butiraldehído en un 2-etilhexanol; (c) hacer reaccionar al menos una porción del 2-etilhexanol con un ácido adípico para proporcionar así un DOA; y (d) aplicar contenido reciclado a al menos una porción del DOA para proporcionar así un DOA con contenido reciclado (r-DOA). La aplicación del paso (d) incluye (i) atribuir contenido reciclado proveniente de al menos un material de origen que tiene contenido reciclado físico a al menos un material objetivo a través de créditos de contenido reciclado, (ii) realizar la trazabilidad del contenido reciclado a lo largo de al menos una ruta química desde el al menos un material objetivo hasta el DOA, y (iii) asignar contenido reciclado al DOA basándose al menos en parte en la trazabilidad del contenido reciclado a lo largo de la ruta química.

[0052] La primera realización descrita en el párrafo anterior también puede incluir uno o más de los aspectos adicionales enumerados en los párrafos siguientes. Cada uno de los siguientes aspectos adicionales de la primera realización pueden ser características independientes o pueden combinarse con uno o más de los otros aspectos adicionales en la medida que sea consistente.

[0053] En un aspecto adicional de la primera realización, la aplicación del paso (d) utiliza el balance de masa.

[0054] En un aspecto adicional de la primera realización, el proceso comprende además obtener la certificación de una entidad de certificación para la aplicación del paso (d).

[0055] En un aspecto adicional de la primera realización, el contenido reciclado del material de origen proviene de plástico de desecho.

[0056] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen y el material objetivo comprenden el mismo tipo de material.

[0057] En un aspecto adicional de la primera realización, se cumple al menos uno de los siguientes criterios (i) el material de origen y el material objetivo comprenden ambos gas de síntesis, (ii) el material de origen y el material objetivo comprenden ambos propileno, y /o (iii) el material de origen y el material objetivo comprenden ambos ácido adípico.

[0058] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen y el material objetivo tienen sustancialmente la misma composición física.

[0059] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos 50, 75, 90, 95, 99 o 100 por ciento en peso del material de origen es idéntico al material objetivo.

[0060] En un aspecto adicional de la primera realización, la atribución incluye (i) contabilizar créditos de contenido reciclado atribuibles a al menos un material de origen en un inventario digital y (ii) asignar créditos de contenido reciclado del inventario digital al material objetivo.

[0061] En un aspecto adicional de la primera realización, la trazabilidad incluye determinar uno o más factores de conversión para una o más reacciones químicas a lo largo de la ruta química.

[0062] En un aspecto adicional de la primera realización, los factores de conversión representan la conversión, el rendimiento y la selectividad de las reacciones químicas en la ruta química.

[0063] En un aspecto adicional de la primera realización, la atribución incluye asignar contenido reciclado basado en créditos de un inventario digital al material objetivo y los factores de conversión determinan qué cantidad del contenido reciclado basado en créditos aplicado al material objetivo se asignan al DOA.

[0064] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene un contenido reciclado total de al menos 10, 20, 30, 40, 50, 75, 90, 95 o 100 por ciento.

[0065] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene tanto contenido reciclado físico como contenido reciclado basado en créditos.

[0066] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene al menos 10, 20, 30, 40, 50 por ciento de contenido reciclado físico y al menos 10, 20, 30, 40 o 50 por ciento de contenido reciclado basado en créditos.

[0067] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende un gas de síntesis con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y el material objetivo comprende el gas de síntesis del paso (a).

[0068] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene del 5 al 60, del 10 al 40 o del 15 al 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado.

[0069] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende un propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y el material objetivo comprende el propileno del paso (a).

[0070] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene del 10 al 80, del 25 al 65 o del 40 al 55 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del propileno con contenido reciclado.

[0071] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende un contenido reciclado de ácido adípico que tiene contenido reciclado físico y el material objetivo comprende el ácido adípico del paso (c).

[0072] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene del 10 al 60, del 15 al 50 o del 25 al 30 por ciento de contenido reciclado basado en créditos proveniente del ácido adípico con contenido reciclado.

[0073] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen tiene contenido reciclado físico y el material objetivo tiene menos del 100 por ciento de contenido reciclado físico.

[0074] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen tiene al menos 10, 25, 50, 75, 90 o 99 por ciento de contenido reciclado físico.

[0075] En un aspecto adicional de la primera realización, el material objetivo tiene menos del 99, 90, 75, 50, 25, 10 o 1 por ciento de contenido reciclado físico.

[0076] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen tiene 100 por ciento de contenido reciclado físico y el material objetivo no tiene contenido reciclado físico.

[0077] En un aspecto adicional de la primera realización, ninguno del propileno, el gas de síntesis y el ácido adípico tiene contenido reciclado físico.

[0078] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos uno del propileno, el gas de síntesis y el ácido adípico tiene contenido reciclado físico.

[0079] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos dos del propileno, el gas de síntesis y el ácido adípico tienen contenido reciclado físico.

[0080] En un aspecto adicional de la primera realización, todos tres del propileno, el gas de síntesis y el ácido adípico tienen contenido reciclado físico.

5 **[0081]** En un aspecto adicional de la primera realización, la aplicación comprende además aplicar contenido reciclado físico a al menos una porción del DOA de modo que el r-DOA tenga ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos.

10 **[0082]** En un aspecto adicional de la primera realización, el contenido reciclado físico aplicado al DOA proviene de al menos uno del propileno, el gas de síntesis y el ácido adípico.

15 **[0083]** En un aspecto adicional de la primera realización, el material objetivo comprende el gas de síntesis, y a al menos una porción del contenido reciclado basado en créditos asignado al DOA se le realiza la trazabilidad a través de una primera ruta química desde el gas de síntesis hasta el DOA.

[0084] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del contenido reciclado físico aplicado al DOA proviene del propileno y se realiza la trazabilidad a través de una segunda ruta química desde el propileno hasta el DOA.

20 **[0085]** En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende al menos uno de (i) un plástico de desecho, (ii) un gas de síntesis con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico proveniente de plástico de desecho, (iii) un propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico proveniente de plástico de desecho, y/o
25 iv) un ácido adípico con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico proveniente de plástico de desecho.

[0086] En un aspecto adicional de la primera realización, el material objetivo comprende al menos uno del (i) gas de síntesis, (ii) el propileno y/o (iii) el ácido adípico.

[0087] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene contenido reciclado basado en créditos del gas de síntesis con contenido reciclado.

[0088] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene contenido reciclado físico de al menos uno del propileno con contenido reciclado y/o el ácido adípico con contenido reciclado.

[0089] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende el gas de síntesis con contenido reciclado.

[0090] En un aspecto adicional de la primera realización, la aplicación incluye atribuir contenido reciclado basado en créditos proveniente del gas de síntesis con contenido reciclado al gas de síntesis a través de un inventario digital.

[0091] En un aspecto adicional de la primera realización, la ruta química incluye una reacción de hidroformilación alimentada con el gas de síntesis y el propileno, una reacción de condensación aldólica alimentada con el n-butiraldehído, una reacción de reducción de aldehído alimentada con un producto de la condensación aldólica, y una reacción de esterificación alimentada con el 2-etilhexanol y el ácido adípico.

[0092] En un aspecto adicional de la primera realización, el proceso comprende además producir el gas de síntesis con contenido reciclado mediante el reformado de carbono de una alimentación que comprende un componente de alimentación con contenido reciclado.

[0093] En un aspecto adicional de la primera realización, el componente de alimentación con contenido reciclado comprende plástico de desecho y/o un material obtenido a partir de plástico de desecho.

[0094] En un aspecto adicional de la primera realización, la alimentación para el reformado de carbono comprende además un componente de alimentación no reciclado.

[0095] En un aspecto adicional de la primera realización, el componente de alimentación no reciclado comprende al menos uno entre carbón, un hidrocarburo líquido y un hidrocarburo gaseoso.

[0096] En un aspecto adicional de la primera realización, el reformado de carbono comprende gasificación por oxidación parcial.

[0097] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del gas de síntesis con contenido reciclado se produce en un primer sitio y el DOA se produce en un segundo sitio.

[0098] En un aspecto adicional de la primera realización, los sitios primero y segundo están separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas.

[0099] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del gas de síntesis con contenido reciclado es producida por una entidad diferente a la entidad que produce el DOA.

[0100] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende el propileno con contenido reciclado.

[0101] En un aspecto adicional de la primera realización, la aplicación incluye atribuir contenido reciclado basado en créditos del propileno con contenido reciclado al propileno a través de un inventario digital.

[0102] En un aspecto adicional de la primera realización, la ruta química incluye una reacción de hidroformilación alimentada con el gas de síntesis y el propileno, una reacción de condensación aldólica alimentada con el n-butiraldehído, una reacción de reducción de aldehído alimentada con un producto de la condensación aldólica, y una reacción de esterificación alimentada con el 2-etilhexanol y el ácido adípico.

[0103] En un aspecto adicional de la primera realización, el proceso comprende además producir el propileno con contenido reciclado mediante pirólisis y/o craqueo de una alimentación que comprende un componente de alimentación con contenido reciclado.

[0104] En un aspecto adicional de la primera realización, el componente de alimentación de contenido reciclado comprende plástico de desecho y/o un material obtenido a partir de plástico de desecho.

[0105] En un aspecto adicional de la primera realización, la alimentación para la pirólisis y/o craqueo comprende además un componente de alimentación no reciclado.

[0106] En un aspecto adicional de la primera realización, el componente de alimentación no reciclado comprende al menos uno de un hidrocarburo líquido y un hidrocarburo gaseoso.

[0107] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del propileno con contenido reciclado se produce mediante pirólisis de plástico de desecho.

[0108] En un aspecto adicional de la primera realización, la pirólisis produce un gas de pirólisis que comprende el propileno con contenido reciclado.

[0109] En un aspecto adicional de la primera realización, la producción del propileno con contenido reciclado incluye pirólisis de plástico de desecho para producir un efluente de pirólisis que tiene contenido reciclado y luego craquear al menos una porción del efluente de pirólisis para proporcionar así al menos una porción del propileno con contenido reciclado.

[0110] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del propileno con contenido reciclado se produce en un primer sitio y el DOA se produce en un segundo sitio. En un aspecto adicional de la primera realización, los sitios primero y segundo están separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas.

[0111] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del propileno con contenido reciclado es producida por una entidad diferente a la entidad que produce el DOA.

[0112] En un aspecto adicional de la primera realización, el material de origen comprende el ácido adípico con contenido reciclado.

[0113] En un aspecto adicional de la primera realización, la aplicación incluye atribuir contenido reciclado basado en créditos del ácido adípico con contenido reciclado al ácido adípico a través de un inventario digital.

[0114] En un aspecto adicional de la primera realización, la ruta química incluye una reacción de esterificación alimentada con el 2-etilhexanol y el ácido adípico.

[0115] En un aspecto adicional de la primera realización, el proceso comprende además producir el ácido adípico con contenido reciclado mediante pirólisis/hidrogenación de una alimentación que comprende un componente de alimentación con contenido reciclado.

[0116] En un aspecto adicional de la primera realización, el componente de alimentación de contenido reciclado comprende plástico de desecho y/o un material obtenido a partir de plástico de desecho.

[0117] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado se produce en un primer sitio y el DOA se produce en un segundo sitio. En un aspecto adicional de la primera realización, los sitios primero y segundo están separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas.

[0118] En un aspecto adicional de la primera realización, al menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado es producida por una entidad diferente a la entidad que produce el DOA.

[0119] En un aspecto adicional de la primera realización, el r-DOA tiene un contenido reciclado total del 100 por ciento.

[0120] En un aspecto adicional de la primera realización, una primera porción del contenido reciclado total es atribuible a un gas de síntesis con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico, una segunda porción del contenido reciclado total es atribuible a un propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico, y una tercera porción del contenido reciclado total es atribuible a un ácido adípico con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico.

[0121] En un aspecto adicional de la primera realización, la primera porción del contenido reciclado total es del 10 al 40 por ciento, la segunda porción del contenido reciclado total es del 25 al 65 por ciento, y la tercera porción del contenido reciclado total es 15 a 50 por ciento.

[0122] En un aspecto adicional de la primera realización, se cumple al menos uno de los siguientes criterios (i) el gas de síntesis con contenido reciclado es al menos un material de origen y el material objetivo comprende el gas de síntesis del paso (a) , (ii) el propileno con contenido reciclado es al menos un material de origen y el material objetivo comprende el propileno del paso (a), y (iii) el ácido adípico con contenido reciclado es el al menos un material de origen y el material objetivo comprende el ácido adípico del paso (c).

[0123] En un aspecto adicional de la primera realización, se cumple al menos uno de los siguientes criterios (i) el gas de síntesis del paso (a) es el gas de síntesis con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico, (ii) el propileno del paso (a) es el propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico, y (iii) el ácido adípico del paso (c) es el ácido adípico con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico.

Descripción de Respaldo de la Reivindicación: Segunda Realización

[0124] En una segunda realización de la presente tecnología, se proporciona un proceso para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado, donde el proceso comprende los siguientes pasos: (a) producir un primer gas de síntesis que tiene contenido reciclado físico a partir de un plástico de desecho utilizado para producir el primer gas de síntesis; (b) producir un segundo gas de síntesis que no tenga contenido reciclado físico o que tenga menos contenido reciclado físico que el primer gas de síntesis; (c) atribuir créditos de contenido reciclado del plástico de desecho y/o del primer gas de síntesis al segundo gas de síntesis; (d) alimentar al menos una porción del segundo gas de síntesis a una instalación de producción de DOA; y (e) producir adipato de dioctilo con contenido reciclado (r-DOA) en las instalaciones de producción de DOA.

[0125] La segunda realización descrita en el párrafo anterior también puede incluir uno o más de los aspectos adicionales enumerados en los siguientes párrafos. Cada uno de los siguientes aspectos adicionales de la

segunda realización pueden ser características independientes o pueden combinarse con uno o más de los otros aspectos adicionales en la medida que sea consistente.

[0126] En un aspecto adicional de la segunda realización, al menos una porción de los créditos de contenido reciclado son atribuibles al primer gas de síntesis.

[0127] En un aspecto adicional de la segunda realización, el segundo gas de síntesis no tiene contenido reciclado físico.

[0128] En un aspecto adicional de la segunda realización, el r-DOA tiene de 5 a 60, de 10 a 40 o de 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos.

[0129] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además antes del paso (a), recibir plástico de desecho en una primera instalación donde se produce el primer gas de síntesis y contabilizar créditos de contenido reciclado atribuibles al plástico de desecho y/o al primer gas de síntesis en un inventario digital.

[0130] En un aspecto adicional de la segunda realización, los pasos (a) y (b) se llevan a cabo por la misma entidad en diferentes sitios separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas.

[0131] En un aspecto adicional de la segunda realización, los pasos (a) y (b) se llevan a cabo por diferentes entidades en diferentes sitios separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000 millas.

[0132] En un aspecto adicional de la segunda realización, la producción del paso (e) incluye (i) hacer reaccionar al menos una porción del segundo gas de síntesis y propileno para formar n-butiraldehído, (ii) convertir al menos una porción del n-butiraldehído a 2-etilhexanol, y (iii) hacer reaccionar el 2-etilhexanol con ácido adípico para producir el r-DOA.

[0133] En un aspecto adicional de la segunda realización, la producción del paso (a) incluye realizar reformado de carbono a al menos una porción del plástico de desecho para proporcionar así al menos una porción del primer gas de síntesis.

[0134] En un aspecto adicional de la segunda realización, el reformado de carbono comprende gasificación.

[0135] En un aspecto adicional de la segunda realización, una alimentación a la gasificación contiene al menos una porción del plástico de desecho.

[0136] En un aspecto adicional de la segunda realización, la alimentación para gasificación también comprende una fuente de carbono seleccionada del grupo que consiste en carbón, un hidrocarburo líquido, un hidrocarburo gaseoso y combinaciones de los mismos.

[0137] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además realizar la trazabilidad del contenido reciclado a lo largo de una ruta química desde el segundo gas de síntesis hasta el r-DOA.

[0138] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además asignar contenido reciclado basado en créditos del segundo gas de síntesis al r-DOA basándose al menos en parte en la trazabilidad del contenido reciclado a lo largo de la ruta química.

[0139] En un aspecto adicional de la segunda realización, la trazabilidad y la asignación se llevan a cabo utilizando el balance de masa.

[0140] En un aspecto adicional de la segunda realización, la trazabilidad incluye determinar uno o más factores de conversión para una o más reacciones químicas a lo largo de la ruta química.

[0141] En un aspecto adicional de la segunda realización, los factores de conversión representan la conversión, el rendimiento y la selectividad de las reacciones químicas en la ruta química.

[0142] En un aspecto adicional de la segunda realización, los factores de conversión determinan qué cantidad del contenido reciclado basado en créditos asignado al segundo gas de síntesis se asigna al DOA.

[0143] En un aspecto adicional de la segunda realización, la asignación del paso (c) comprende contabilizar créditos de contenido reciclado atribuibles al primer gas de síntesis en un inventario digital y asignar créditos de contenido reciclado del inventario digital al segundo gas de síntesis.

[0144] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además someter una primera alimentación que contiene carbono que comprende plástico de desecho al reformado de carbono en una primera instalación de conversión para producir de ese modo el primer gas de síntesis que tiene contenido reciclado físico.

[0145] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además someter una segunda alimentación que contiene carbono que comprende uno o más hidrocarburos a gasificación por oxidación parcial en una segunda instalación de conversión para producir de ese modo el segundo gas de síntesis.

[0146] En un aspecto adicional de la segunda realización, el reformado de carbono es una gasificación por oxidación parcial.

[0147] En un aspecto adicional de la segunda realización, las instalaciones de conversión primera y segunda están separadas entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas.

[0148] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además obtener propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y hacer reaccionar al menos una porción del propileno con contenido reciclado con al menos una porción del segundo gas de síntesis para producir n-butiraldehído.

[0149] En un aspecto adicional de la segunda realización, la obtención incluye pirólisis y/o craqueo de plástico de desecho, proporcionando así al menos una porción del propileno con contenido reciclado.

[0150] En un aspecto adicional de la segunda realización, la obtención incluye recibir al menos una porción del propileno con contenido reciclado de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

[0151] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además obtener contenido reciclado de ácido adípico con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y hacer reaccionar al

menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado con 2-etilhexanol para producir el r-DOA.

[0152] En un aspecto adicional de la segunda realización, la obtención incluye pirólisis de plástico de desecho para proporcionar así un benceno con contenido reciclado y luego hidrogenar el benceno con contenido reciclado usando hidrógeno con contenido reciclado para proporcionar así al menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado.

[0153] En un aspecto adicional de la segunda realización, la obtención incluye recibir al menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

[0154] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además atribuir contenido reciclado de un primer propileno que tiene contenido reciclado físico a un segundo propileno que no tiene contenido reciclado físico y hacer reaccionar al menos una porción del segundo propileno con al menos una porción del segundo gas de síntesis para producir n-butiraldehído.

[0155] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además pirólisis y/o craqueo de plástico de desecho para proporcionar así al menos una porción del primer propileno.

[0156] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además recibir al menos una porción del primer propileno de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

[0157] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además atribuir contenido reciclado de un primer ácido adípico que tiene contenido reciclado físico a un segundo ácido adípico que no tiene contenido reciclado y hacer reaccionar al menos una porción del segundo ácido adípico con 2-etilhexanol para producir de ese modo el r-DOA.

[0158] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además pirólisis de plástico de desecho para proporcionar así un

benceno con contenido reciclado y luego hidrogenar el benceno con contenido reciclado usando hidrógeno con contenido reciclado para proporcionar así al menos una porción del primer ácido adípico.

[0159] En un aspecto adicional de la segunda realización, el proceso comprende además recibir al menos una porción del primer ácido adípico de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

Descripción de Respaldo de la Reivindicación: Tercera Realización

[0160] En una tercera realización de la presente tecnología se proporciona un proceso para producir adipato de dioctilo (DOA) que tiene contenido reciclado, donde el proceso comprende los siguientes pasos: (a) reformado de carbono de una primera alimentación que contiene carbono que comprende plástico de desecho para producir de este modo un primer gas de síntesis que tenga contenido reciclado físico a partir del plástico de desecho; (b) contabilizar créditos de contenido reciclado atribuibles al primer gas de síntesis en un inventario digital; (c) gasificar una segunda alimentación que contiene carbono que comprende un hidrocarburo sólido, un hidrocarburo líquido y/o un hidrocarburo gaseoso para producir de ese modo un segundo gas de síntesis que no tiene contenido reciclado físico atribuible al plástico de desecho; (d) asignar créditos de contenido reciclado del inventario digital al segundo gas de síntesis; (e) hacer reaccionar al menos una porción del segundo gas de síntesis y propileno para formar n-butiraldehído; (f) convertir al menos una porción del n-butiraldehído en 2-etilhexanol; y (g) hacer reaccionar al menos una porción del 2-etilhexanol con ácido adípico para producir de ese modo adipato de dioctilo con contenido reciclado (r-DOA).

[0161] La tercera realización descrita en el párrafo anterior también puede incluir uno o más de los aspectos adicionales enumerados en los siguientes párrafos. Cada uno de los siguientes aspectos adicionales de la tercera realización pueden ser características independientes o pueden combinarse

con uno o más de los otros aspectos adicionales en la medida que sea consistente.

[0162] En un aspecto adicional de la tercera realización, el r-DOA tiene un contenido reciclado total de al menos 10, 20, 30, 40, 50, 75, 90, 95 o 100 por ciento.

[0163] En un aspecto adicional de la tercera realización, el r-DOA tiene de 5 a 60, de 10 a 40 o de 15 a 25 por ciento de contenido reciclado basado en créditos del primer gas de síntesis.

[0164] En un aspecto adicional de la tercera realización, el r-DOA tiene ambos contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos.

[0165] En un aspecto adicional de la tercera realización, el r-DOA tiene al menos 10, 20, 30, 40 o 50 por ciento de contenido reciclado físico y al menos 10, 20, 30, 40 o 50 por ciento de contenido reciclado basado en créditos.

[0166] En un aspecto adicional de la tercera realización, los pasos (a) y (c) comprenden cada uno una gasificación por oxidación parcial.

[0167] En un aspecto adicional de la tercera realización, la primera alimentación que contiene carbono comprende carbón y plástico de desecho.

[0168] En un aspecto adicional de la tercera realización, dicha segunda alimentación que contiene carbono comprende un hidrocarburo líquido y/o un hidrocarburo gaseoso.

[0169] En un aspecto adicional de la tercera realización, los pasos (a) y (c) se llevan a cabo en reactores que están separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500, o 1000 millas.

[0170] En un aspecto adicional de la tercera realización, los pasos (a) y (b) se llevan a cabo por diferentes entidades en diferentes sitios separados entre sí por al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas.

[0171] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además obtener propileno con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y hacer reaccionar al menos una porción del propileno con contenido reciclado con al menos una porción del segundo gas de síntesis para producir n-butiraldehído.

[0172] En un aspecto adicional de la tercera realización, la obtención incluye pirólisis y/o craqueo de plástico de desecho, proporcionando así al menos una porción del propileno con contenido reciclado.

[0173] En un aspecto adicional de la tercera realización, la obtención incluye recibir al menos una porción del propileno con contenido reciclado de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

[0174] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además obtener ácido adípico con contenido reciclado que tiene contenido reciclado físico y hacer reaccionar al menos una porción del ácido adípico con contenido con 2-etilhexanol para producir el r-DOA.

[0175] En un aspecto adicional de la tercera realización, la obtención incluye pirólisis de plástico de desecho para proporcionar así un benceno con contenido reciclado y luego hidrogenar el benceno con contenido reciclado usando hidrógeno con contenido reciclado para proporcionar así al menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado.

[0176] En un aspecto adicional de la tercera realización, la obtención incluye recibir al menos una porción del ácido adípico con contenido reciclado de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

[0177] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además atribuir contenido reciclado de un primer propileno que tiene contenido reciclado físico a un segundo propileno que no tiene contenido reciclado físico y hacer reaccionar al menos una porción del segundo propileno con al menos una porción del segundo gas de síntesis para producir n-butiraldehído.

[0178] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además pirólisis y/o craqueo de plástico de desecho para proporcionar así al menos una porción del primer propileno.

[0179] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además recibir al menos una porción del primer propileno de una

entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

[0180] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además atribuir contenido reciclado de un primer ácido adípico que tiene contenido reciclado físico a un segundo ácido adípico que no tiene contenido reciclado y hacer reaccionar al menos una porción del segundo ácido adípico con 2-etilhexanol para producir de ese modo el r-DOA.

[0181] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además pirólisis de plástico de desecho para proporcionar así un benceno con contenido reciclado y luego hidrogenar el benceno con contenido reciclado usando hidrógeno con contenido reciclado para proporcionar así al menos una porción del primer ácido adípico.

[0182] En un aspecto adicional de la tercera realización, el proceso comprende además recibir al menos una porción del primer ácido adípico de una entidad o instalación distinta de la entidad o instalación que produce el r-DOA.

Definiciones

[0183] Debe entenderse que lo siguiente no pretende ser una lista exclusiva de términos definidos. Se pueden proporcionar otras definiciones en la descripción anterior, tales como, por ejemplo, cuando acompañan el uso de un término definido en contexto.

[0184] Como se usan en el presente documento, los términos “un”, “una” y “el” significan uno o más.

[0185] Como se usa en el presente documento, el término “y/o”, cuando se usa en una lista de dos o más elementos, significa que cualquiera de los elementos enumerados se puede emplear por sí solo o puede ser empleada cualquier combinación de dos o más de los elementos enumerados. Por ejemplo, si se describe que una composición contiene los componentes A, B y/o C, la composición puede contener A solo; B solo; C solo; A y B en

combinación; A y C en combinación, B y C en combinación; o A, B y C en combinación.

[0186] Como se usa en el presente documento, la frase "al menos una porción" incluye al menos una porción y hasta e incluyendo la cantidad o el período de tiempo completo.

[0187] Como se usa en el presente documento, el término "ruta química" se refiere al paso o pasos de procesamiento químico (por ejemplo, reacciones químicas, separaciones físicas, etc.) entre un material de entrada y un material de producto, donde el material de entrada se usa para fabricar el material de producto.

[0188] Como se usa en el presente documento, el término "reciclaje químico" se refiere a un proceso de reciclaje de plástico de desecho que incluye una etapa de conversión química de polímeros de plástico de desecho en polímeros, oligómeros, monómeros y/o moléculas no poliméricas de menor peso molecular (p. ej., hidrógeno, monóxido de carbono, metano, etano, propano, etileno y propileno) que son útiles por sí mismos y/o son útiles como materias primas para otro(s) proceso(s) de producción química.

[0189] Como se utiliza en el presente documento, el término "ubicado conjuntamente" se refiere a la característica de que al menos dos objetos están situados en un sitio físico común, y/o dentro de una milla de distancia entre sí.

[0190] Como se usa en el presente documento, los términos "que comprende", "comprende" y "comprenden" son términos de transición abiertos utilizados para la transición de un tema recitado antes del término a uno o más elementos recitados después del término, donde el elemento o los elementos enumerados después del término de transición no son necesariamente los únicos elementos que componen el tema.

[0191] Como se usa en el presente documento, el término "craqueo" se refiere a descomponer moléculas orgánicas complejas en moléculas más simples mediante la ruptura de enlaces carbono-carbono.

[0192] Como se usa en el presente documento, los términos "contenido reciclado basado en créditos", "contenido reciclado no físico" y "contenido reciclado indirecto" se refieren todos a materia a la que no se puede realizar la trazabilidad física hasta un material de desecho, pero a la que se le ha atribuido créditos de contenido reciclado.

[0193] Como se usa en el presente documento, el término "derivado directamente" se refiere a tener al menos un componente físico que se origina a partir de material de desecho.

[0194] Como se usan en el presente documento, los términos "que incluye", "incluye" e "incluido" tienen el mismo significado abierto que "que comprende", "comprende" y "comprenden" proporcionados anteriormente.

[0195] Como se usa en el presente documento, el término "derivado indirectamente" se refiere a tener un contenido reciclado aplicado (i) que es atribuible a material de desecho, pero (ii) que no se basa en tener un componente físico que se origine a partir de material de desecho.

[0196] Como se usa en el presente documento, el término "ubicado remotamente" se refiere a una distancia de al menos 0,1, 0,5, 1, 5, 10, 50, 100, 500 o 1000 millas entre dos instalaciones, sitios o reactores.

[0197] Como se utiliza en el presente documento, el término "balance de masa" se refiere a un método de realizar la trazabilidad del contenido reciclado con base en la masa del contenido reciclado en diversos materiales.

[0198] Como se usa en el presente documento, el término "gasificación por oxidación parcial" se refiere a la conversión a alta temperatura de una alimentación que contiene carbono en gas de síntesis (monóxido de carbono, hidrógeno y dióxido de carbono), donde la conversión se lleva a cabo en presencia de una cantidad de oxígeno inferior a la estequiométrica. La alimentación a la gasificación por oxidación parcial puede incluir sólidos, líquidos y/o gases.

[0199] Como se usa en el presente documento, los términos "contenido reciclado físico" y "contenido reciclado directo" se refieren a materia a la que se le puede realizar la trazabilidad física hasta un material de desecho.

[0200] Como se usa en el presente documento, el término "predominantemente" significa más del 50 por ciento en peso. Por ejemplo, una corriente, composición, materia prima o producto predominantemente de propano es una corriente, composición, materia prima o producto que
5 contiene más del 50 por ciento en peso de propano.

[0201] Como se usa en el presente documento, el término "pirólisis" se refiere a la descomposición térmica de uno o más materiales orgánicos a temperaturas elevadas en una atmósfera inerte (es decir, sustancialmente libre de oxígeno).

10 **[0202]** Como se usa en el presente documento, el término "gas de pirólisis" se refiere a una composición obtenida de un proceso de pirólisis gaseosa a 25°C.

[0203] Como se usa en el presente documento, los términos "aceite de pirólisis" se refieren a una composición obtenida de un proceso de pirólisis
15 líquida a 25°C y 1 atm.

[0204] Como se usa en el presente documento, el término "residuo de pirólisis" se refiere a una composición obtenida de un proceso de pirólisis que no es gas de pirólisis o aceite de pirólisis y que comprende predominantemente carbón de pirólisis y ceras pesadas de pirólisis.

20 **[0205]** Como se usa en el presente documento, el término "contenido reciclado" se refiere a ser o comprender una composición que se deriva directa y/o indirectamente de material reciclado. El término contenido reciclado se utiliza genéricamente para referirse tanto al contenido reciclado físico como al contenido reciclado basado en créditos. El término contenido
25 reciclado también se utiliza como adjetivo para describir material que tiene contenido reciclado físico y/o contenido reciclado basado en créditos.

[0206] Como se usa en el presente documento, el término "créditos de contenido reciclado" se refiere a una medida no física de contenido reciclado físico que puede atribuirse directa o indirectamente (es decir, a través de un
30 inventario digital) a partir de un primer material que tiene contenido reciclado

físico a un segundo material que tenga menos del 100 por ciento de contenido reciclado físico.

[0207] Como se usa en el presente documento, el término "contenido reciclado total" se refiere a la cantidad acumulada de contenido reciclado físico y contenido reciclado basado en créditos de todas las fuentes.

[0208] Como se utiliza en el presente documento, el término "material de desecho" se refiere a material usado, de desecho y/o descartado.

[0209] Como se usan en el presente documento, los términos "plástico de desecho" y "desecho plástico" se refieren a materiales plásticos usados, de desecho y/o descartados.

RECLAMACIONES NO LIMITADAS A LAS REALIZACIONES DIVULGADAS

[0210] Las formas preferidas de la invención descrita anteriormente deben usarse solo como ejemplo y no deben usarse en un sentido limitante para interpretar el alcance de la presente invención. Los expertos en la técnica podrían realizar fácilmente modificaciones a las realizaciones de ejemplo expuestas anteriormente sin apartarse del espíritu de la presente invención.

[0211] Los inventores por la presente declaran su intención de confiar en la Doctrina de Equivalentes para determinar y evaluar el alcance razonablemente justo de la presente invención en lo que respecta a cualquier aparato que no se aparte materialmente del alcance literal de la invención, pero que esté fuera del mismo, como se establece en las siguientes reivindicaciones.